ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

GBA KORROZIYA INGIBITORINING SINTEZI, TUZILISHI VA PO‘LAT YUZASIDAGI HIMOYA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

Qo‘ldoshev Alisherjon Komil o‘g‘li
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, tayanch doktorant
E-mail: alisherkuldashev999@gmail.com
To‘rayev Erkin Rustamovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti t.f.d.
E-mail: Turaever@gmail.com,
Nurqulov Fayzullo Nurmuminovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot istituti t.f.d. prof.,
E-mail: fnurkulov82@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda azot, bor tutgan kompleks birikma asosida GBA korroziya ingibitori sintez qilindi hamda uning tuzilishi va himoya xossalari o‘rganildi. Olingan mahsulotning funksional guruhlari infraqizil spektroskopiya yordamida tahlil qilinib, spektrda –OH, B–O, B–O–C va B-N guruhlariga xos yutilish chiziqlari aniqlanib, bor-organik kompleks birikma hosil bo‘lgani tasdiqlandi. GBA ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziyadan keyingi morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop yordamida tadqiq qilindi. sem natijalari po‘lat yuzasida nisbatan tekis, zich va kam shikastlangan himoya qatlami shakllanganini ko‘rsatdi. Olingan natijalar GBA ingibitorining po‘latni suvli muhitda korroziyadan himoyalashda samarali ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Metall korroziyasi, bor-organik kompleks, adsorbsion himoya qatlam, suvli muhit, GBA, korroziya ingibitori, IQ-spektroskopiya, sem, po‘lat, korroziya tezligi, himoyalanish darajasi.

Аннотация. В данной работе был синтезирован ингибитор коррозии ГБА на основе азот- и борсодержащего комплексного соединения, а также изучены его структура и защитные свойства. Функциональные группы полученного продукта были проанализированы с помощью инфракрасной спектроскопии, и в спектре были обнаружены полосы поглощения, характерные для групп -OH, B-O, B-O-C и B-N, что подтвердило образование бор-органического комплексного соединения. Морфологию поверхности стали после коррозии в водной среде в присутствии ингибитора ГБА исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа. результаты исследования показали, что на поверхности стали образовался относительно ровный, плотный и малоповрежденный защитный слой. Полученные результаты показывают, что ингибитор ГБА эффективен в защите стали от коррозии в водной среде.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Коррозия металлов, бор-органический комплекс, адсорбционный защитный слой, водная среда, ГБА, ингибитор коррозии, ИК-спектроскопия, цем, сталь, скорость коррозии, степень защиты.

Abstract. In this work, a corrosion inhibitor GBA was synthesized based on a complex compound containing nitrogen and boron, and its structure and protective properties were studied. Functional groups of the obtained product were analyzed using infrared spectroscopy, and absorption lines characteristic of -OH, B-O, B-O-C, and B-N groups were identified in the spectrum, confirming the formation of a boron-organic complex compound. In the presence of the GBA inhibitor, the post-corrosion morphology of the steel surface in an aqueous medium was studied using a scanning electron microscope; the results showed that a relatively smooth, dense, and slightly damaged protective layer formed on the steel surface. The results obtained show that the GBA inhibitor is effective in protecting steel from corrosion in aqueous media.

Keywords: Metal corrosion, boron-organic complex, adsorption protective layer, aqueous medium, GBA, corrosion inhibitor, IR spectroscopy, semiconductor, steel, corrosion rate, degree of protection.

KIRISH.

Metallarning korroziyaga uchrashi sanoatning turli tarmoqlarida uchraydigan muhim ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, po‘latning suvli muhitlarda yemirilishi konstruksion materiallarning xizmat muddatini qisqartiradi, iqtisodiy yo‘qotishlarni oshiradi hamda texnologik jarayonlar barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1,2]. Shu sababli korroziyani kamaytirishning samarali usullaridan biri sifatida korroziya ingibitorlaridan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi [3].

Adabiyotlarda tarkibida kislorod, azot va bor saqlovchi organik birikmalar metall yuzasida himoya qatlami hosil qilib, korroziya jarayonini sekinlashtirishi qayd etilgan [4–6]. Xususan, borli kompleks birikmalar va glitserin hosilalari yuqori reaksiya qobiliyati, sirtga adsorbsiyalanish xususiyati hamda barqaror kompleks struktura hosil qilishi bilan ajralib turadi [7,8]. Biroq glitserin, borat kislota va ammiak asosida olingan azot va bor tutuvchi birikmalarning korroziyaga qarshi xossalari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Shu munosabat bilan mazkur ishda glitserin, borat kislota va ammiak asosida GBA korroziya ingibitori sintez qilindi hamda uning tuzilishi va himoya xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida baholandi. Olingan mahsulotning funksional guruhlari IQ-spektroskopiya yordamida, po‘lat yuzasida hosil bo‘lgan himoya qatlamining morfologik holati esa sem usuli bilan tadqiq qilindi. Tadqiqot

ISSN 3030-3907

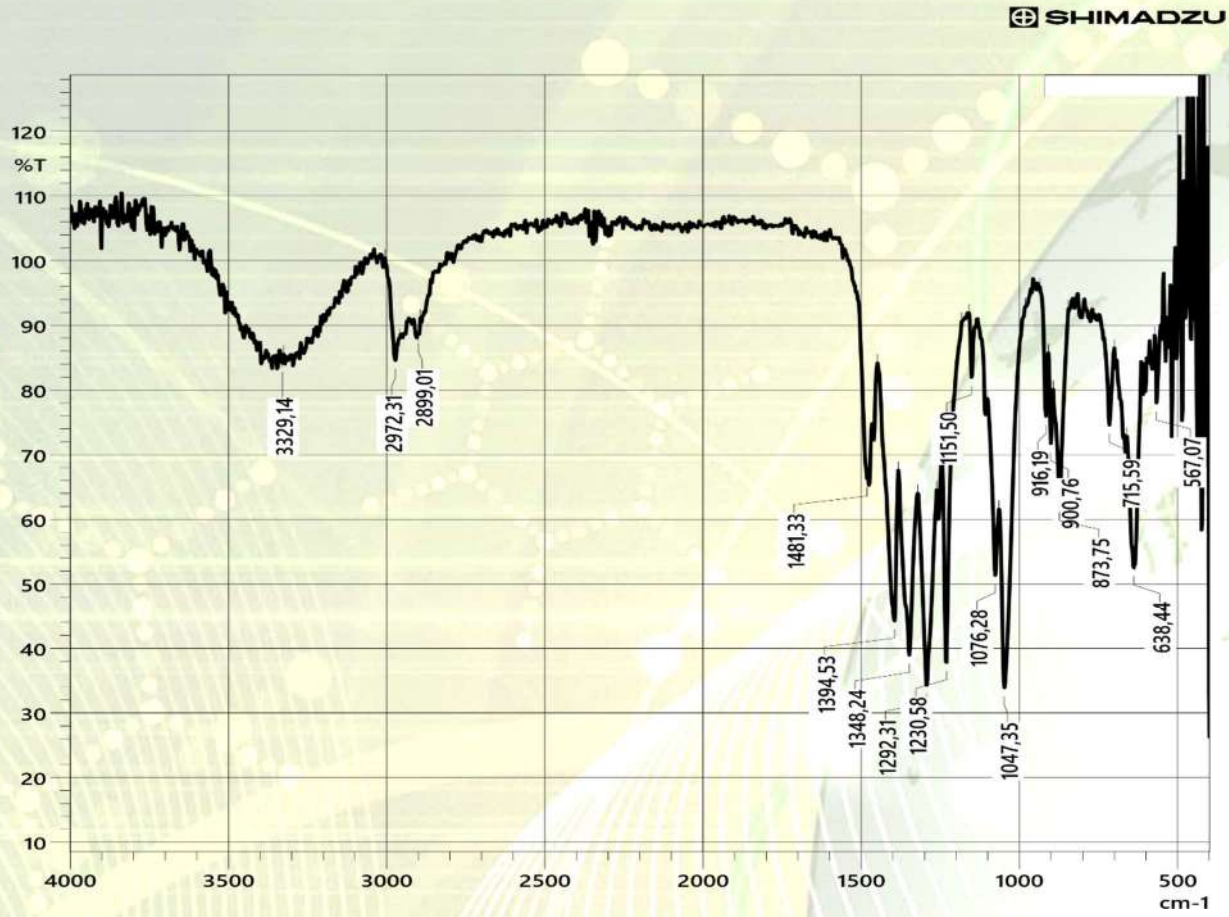
natijalari GBA ingibitorining po‘latni suvli muhitda korroziyadan himoyalash imkoniyatini baholashga xizmat qiladi.

TADQIQOTLAR METODOLOGIYASI: Tadqiqot jarayonida bor-organik ammoniy kompleksi yani GBA markali korroziya ingibitori sintez qilindi. Sintez qilingan moddaning kimyoviy tuzilishi infraqizil spektroskopiya (IQ), sem usullari yordamida aniqlanib, asosiy funksional guruhlar tahlil qilindi. Korroziyaga qarshi samaradorlik suvli muhitida po‘lat namunalar yordamida GOST 9.506-87 standartiga muvofiq gravimetrik usulda baholandi. Sinovlarda turli konsentratsiyadagi (0,3-1 %) ingibitor eritmalari qo‘llanilib, namuna massasi yo‘qotilishi va korroziya tezligi aniqlandi. Olingan natijalar asosida ingibitorning himoya darajasi hisoblab chiqildi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI: Tadqiqot jarayonida bor va azot saqlovchi organik birikmalar asosida olingan mahsulotning IQ-spektrida 3292 sm^{-1} sohadagi keng yutilish chizig‘i –OH guruhlarining valent tebranishlariga mos keladi va tizimda vodorod bog‘lari mavjudligini ko‘rsatadi. 2972 va 2889 sm^{-1} dagi cho‘qqilar alifatik –CH va $–CH_2$ guruhlariga tegishli bo‘lib, glitserin fragmentlari saqlanib qolganini bildiradi. 1481 hamda 1394–1384 sm^{-1} oralig‘idagi yutilishlar ammoniy guruhlari va deformatsion tebranishlar bilan izohlanadi, bu esa ammiakning reaksiya mahsuloti tarkibida ishtirok etganini tasdiqlaydi.

1323, 1239, 1191, 1076 va 1047 sm^{-1} sohalardagi kuchli yutilishlar B–O, B–O–C va C–O bog‘lariga xos bo‘lib, glitserin va borat kislota o‘rtasida borat efirli tuzilma hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. 916, 900, 873, 755, 638 va 507 sm^{-1} dagi cho‘qqilar esa bor–azotli fragmentlarning deformatsion tebranishlariga mos keladi. Umuman, IQ-spektr natijalari reaksiya davomida bor, va azot tutuvchi birikmalar asosida bor, azot-organik kompleks birikma hosil bo‘lganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

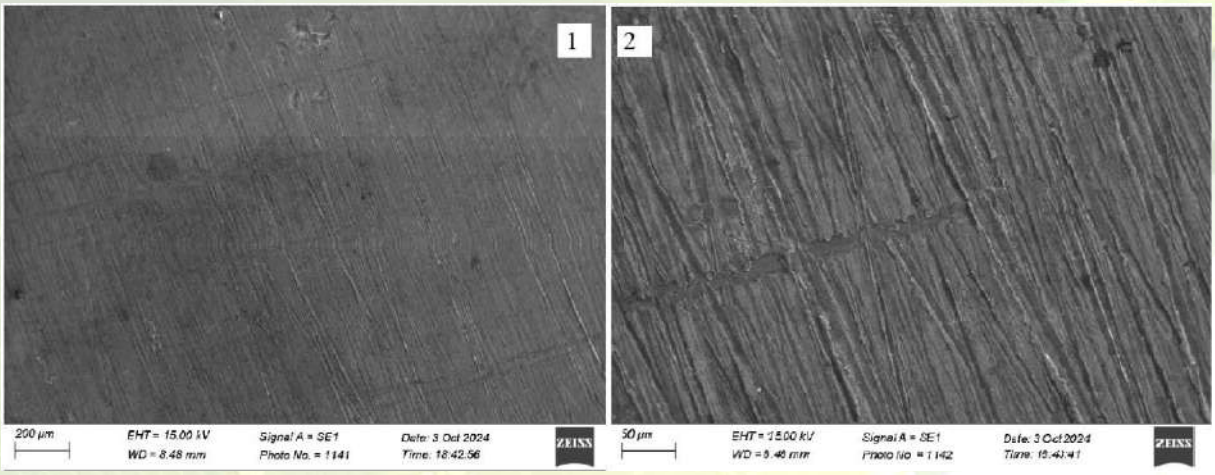


1-rasm. Bor, azot-organik kompleksi birikmasining IQ-spektri (4000–500 cm^{-1}).

GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda sinovdan o‘tkazilgan po‘lat yuzasining SEM tasvirlari sirtning nisbatan tekis va kam shikastlangan holatda saqlanganini ko‘rsatdi. A tasvirda yuzada bir tekis joylashgan silliq qatlam hamda mexanik ishlovdan qolgan yo‘nalgan izlar saqlanib qolgan bo‘lib, bu korroziya jarayonining po‘lat sirtini chuqur buzmaganini bildiradi. Yuzada yirik korroziya o‘choqlari, chuqur pittinglar va bo‘shashgan korroziya mahsulotlari qatlamlari deyarli kuzatilmadi.

B tasvirda yuqori kattalashtirishda sirtning yo‘nalgan chiziqli relyefi aniq ko‘rinadi. Ushbu holat po‘lat yuzasida himoya adsorbsion qatlami shakllanganini va u metallning agressiv muhit bilan bevosita kontaktda bo‘lishini cheklaganini ko‘rsatadi. Lokal buzilishlarning kamligi GBA ingibitorining po‘lat yuzasida kompakt va barqaror himoya qatlami hosil qilib, korroziya jarayonini susaytirganini tasdiqlaydi. (2-rasm).

ISSN 3030-3907

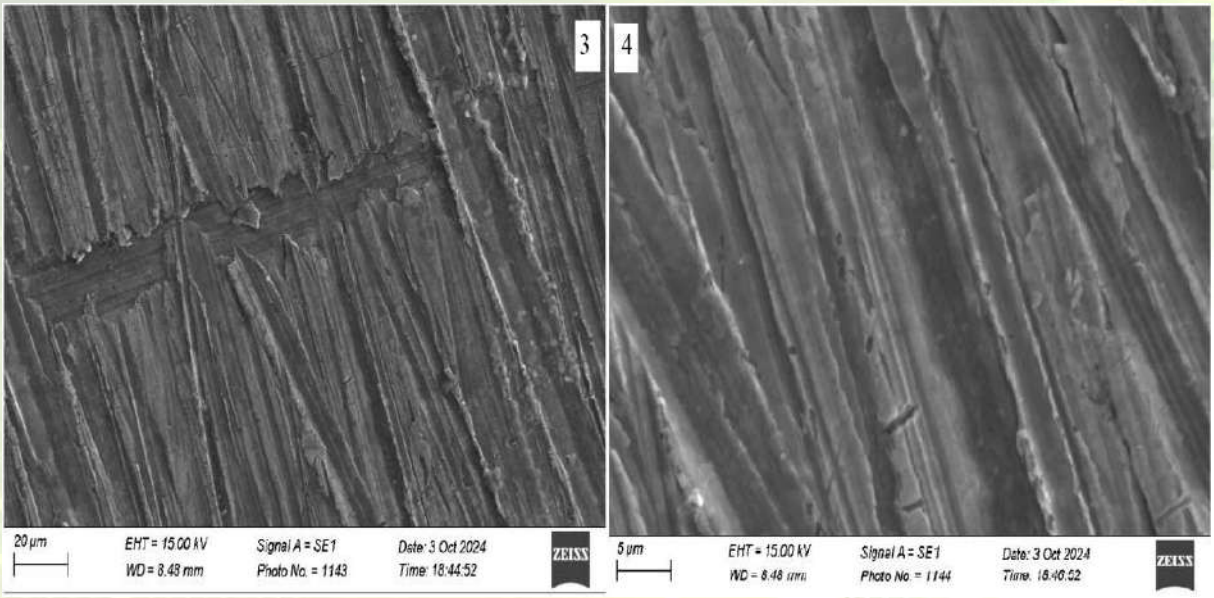


2-rasm. GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziya jarayonidan keyingi morfologiyasi: skanerlovchi elektron mikroskop tasvirlari (A – 200 µm, B – 50 µm).

3-rasmda GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining yuqori kattalashtirishdagi sem tasvirlari keltirilgan. Oldingi tasvirlarda aniqlangan sirtning nisbatan tekis va kam shikastlangan holati ushbu rasmda ham tasdiqlandi. 20 µm masshtabdagi tasvirda po‘lat yuzasida yo‘nalgan relyef saqlanib qolgan bo‘lib, keng tarqalgan yemirilish o‘choqlari, chuqur pittinglar va bo‘shashgan korroziya mahsulotlari deyarli kuzatilmadi. Bu holat GBA ingibitori ta’sirida metall sirtida himoya qatlami shakllanganini ko‘rsatadi.

5 µm masshtabdagi tasvirda esa sirtning mikrorelyefi yanada aniq namoyon bo‘lib, alohida chiziqsimon strukturalar orasida lokal buzilishlar juda kam ekanligi kuzatildi. Yuzada ayrim mayda notekisliklar mavjud bo‘lsa-da, ular uzluksiz korroziya yemirilishiga xos chuqur destruksiya belgilarini bermaydi. Aksincha, sirtning kompakt va nisbatan yaxlit saqlanishi GBA ingibitorining po‘lat yuzasida adsorbsion-himoya qatlami hosil qilib, agressiv muhitning metallga bevosita ta’sirini cheklaganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziya jarayonidan keyingi morfologiyasi: skanerlovchi elektron mikroskop tasvirlari (A – 20 µm, B – 5 µm).

GBA markali korroziya ingibitorining suvli muhitida gravimetrik sinovlar asosida samaradorligini baholash (GOST 9.506–87). Mazkur tadqiqotda suvli muhitida po‘lat namunalarining korroziya jarayoni va GBA markali korroziya ingibitorining himoya samaradorligi GOST 9.506-87 talablari asosida gravimetrik usul yordamida baholandi. Ushbu standart suvli muhitlarida ishlatiladigan ingibitorlarning samaradorligini miqdoriy va taqqoslama tarzda aniqlashga mo‘ljallangan.

GBA markali korroziya ingibitorining ushbu tizimda 0,3 % konsentratsiyada ham himoya darajasi Z = 90,63 % ni tashkil etdi, bu esa metall yuzasida deyarli uzluksiz adsorbsion qatlam hosil bo‘layotganini ko‘rsatadi. Konsentratsiya 0,5 % gacha oshirilganda Z = 92,28 %, 1 % da esa 95,57 % ga yetib, korroziya jarayoni deyarli to‘liq darajada susaygani kuzatildi.

1-jadval

GBA markali korroziya ingibitorining suvli muhitida korroziya jarayonini GOST 9.506–87 aniqlandi

Na’muna raqami	Na’muna yuzasi S,m^2	Sinovdan oldingi na’muna massasi M,g	Sinovdan keyingi na’muna massasi M,g	Namuna massasi yo‘qotili shi, M_1-M_2,g	$V_{n.i}$ Ingibitorsiz muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	V_i Ingibitorli muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	Himoya darajasi (Z)%

ISSN 3030-3907

GBA							
Ingibitorsiz	0,0324	0,5481	0,4065	0,1416	0,0364	-	-
0,3%	0,0305	0,4386	0,4261	0,0125	-	0,00341	90,63
0,5%	0,0305	0,4232	0,4129	0,0103	-	0,00281	92,28
1%	0,0304	0,4384	0,4325	0,0059	-	0,00161	95,57

Sintez qilingan bor-azot-organik kompleksi birikmalari asosidagi GBA markali korroziya ingibitorining ta'sir mexanizmi metall sirtida adsorbsion himoya qatlam hosil qilish bilan izohlanadi. Molekula tarkibidagi bor, azot atomlari metall yuzasi bilan koordinatsion o'zaro ta'sirga kirishib, sirt faol markazlarini bloklaydi hamda korroziya jarayonini sekinlashtiradi. Gravimetrik sinovlar (GOST 9.506-87) natijalariga ko'ra, GBA ingibitori suvli muhitida yuqori himoya samaradorligini namoyon etdi: 0,3 % konsentratsiyada Z = 90,63 %, 0,5 % da Z = 92,28 %, 1 % da esa Z = 95,57 %. Olingan natijalar GBA markali ingibitori metall yuzasida barqaror adsorbsion plyonka hosil qilib, korroziya jarayonini samarali himoyalashini ko'rsatadi.

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bor, azot-organik kompleksi yani GBA markali suvda eriydigan korroziya ingibitori muvaffaqiyatli sintez qilindi. Spektral, sem tahlillar asosida sintez qilingan modda tarkibida bor, azot-organik kompleks tuzilma mavjudligini tasdiqladi. Gravimetrik sinovlar natijasida GBA ingibitori suvli muhitida yuqori korroziyaga qarshi samaradorlikka ega ekanligi aniqlanib, maksimal himoya darajasi 95,57 % ni tashkil etdi. Olingan natijalar sintez qilingan birikmaning metall yuzasida mustahkam himoya-adsorbsion qatlam hosil qilib, korroziya jarayonini sezilarli darajada susaytirishini ko'rsatdi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. AMPP. *Economic Impact of Corrosion*. Global cost of corrosion is estimated at about US$2.5 trillion, equivalent to 3.4% of global GDP.

2. Gómez-Sánchez G., Díaz-Jiménez V., Arellanes-Lozada P., Lijanova I.V., Arriola-Morales J., Castillo-Morales M., Likhanova N.V., Olivares-Xometl O. *An Overview: Highly Efficient Inhibitors of Carbon Steel*. Molecules. 2025;30(19):3994. doi:10.3390/molecules30193994.

3. Desai P.D., Pawar C.B., Avhad M.S., More A.P. *Corrosion inhibitors for carbon steel: A review*. Vietnam Journal of Chemistry. 2023;61(1):15–42. doi:10.1002/vjch.202200111.

4. Răuță D.-I., Matei E., Avramescu S.-M. *Recent Development of Corrosion Inhibitors: Types, Mechanisms, Electrochemical Behavior, Efficiency, and Environmental Impact*. Technologies. 2025;13(3):103. doi:10.3390/technologies13030103.

ISSN 3030-3907

5. Chen L., Lu D., Zhang Y. *Organic Compounds as Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in HCl Solution: A Comprehensive Review*. Materials. 2022;15(6):2023. doi:10.3390/ma15062023.
6. Shwetha K.M., Praveen B.M., Devendra B.K. *A review on corrosion inhibitors: Types, mechanisms, electrochemical analysis, corrosion rate and efficiency of corrosion inhibitors on mild steel in an acidic environment*. Results in Surfaces and Interfaces. 2024;16:100258. doi:10.1016/j.rsurfi.2024.100258.
7. Zhou M., Zhu L., Pan D., Luo X., Liu H., Qu F., Zhao D., Xing Z., Jiao S., Yan J., Jiang Z. *Effect of triethanolamine borate on corrosion resistance of hot-rolled mild steels in industrial laminar cooling processes*. Corrosion Science. 2025;256:113186. doi:10.1016/j.corsci.2025.113186.
8. Al Zubaidi I.A., Jones R., Alzughaibi M., Albayyadhi M., Darzi F., Ibrahim H. *Crude Glycerol as an Innovative Corrosion Inhibitor*. Applied System Innovation. 2018;1(2):12. doi:10.3390/asi1020012.

ISSN 3030-3907